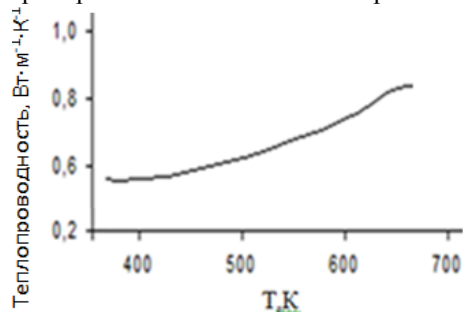


Измерения теплопроводности проводились методом вспышки на приборе LFA 457. В качестве сравнения использовали огнестойкую керамику, поверхность образца была обработана графитом.



Зависимость теплопроводности от температуры для стекла состава  $\text{PbGe}_3\text{O}_7$  представлена на рисунке 2. С ростом температуры в интервале от 380 К до 640 К теплопроводность плавно возрастает, что характерно для стекол.

Рисунок 2 - Температурная зависимость теплопроводности для стекла  $\text{PbGe}_3\text{O}_7$

Исследованы некоторые теплофизические свойства стекол состава  $\text{PbGe}_3\text{O}_7$ , а именно теплоемкость и теплопроводность, полученные значения подобны таковым для других стекол.

## СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СЛОИСТЫХ ПЕРОВСКИТОПОДОБНЫХ ФАЗ $\text{NdBa}(\text{Co}, \text{Cu})_2\text{O}_{5+\delta}$

*Бикишова К.Е., Аксенова Т.В.*

Уральский государственный университет  
620000, г. Екатеринбург, пр. Ленина, д.51

Важное место в поиске и создании новых материалов, перспективных для использования в качестве электродов твердооксидных топливных элементов, кислородных мембран, сенсоров занимает группа многокомпонентных твердых растворов на основе слоистых перовскитоподобных фаз  $\text{LnBaMe}_2\text{O}_{5+\delta}$  ( $\text{Ln}=\text{Nd}-\text{Ho}$ ;  $\text{Me}=\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}$ ), обладающих высокой электронно-ионной проводимостью и подвижностью кислородной подрешетки.

Настоящая работа посвящена изучению методов синтеза, кристаллической структуры, кислородной нестехиометрии и термических свойств частично замещенных кобальтитов  $\text{NdBa}(\text{Co}, \text{Cu})_2\text{O}_{5+\delta}$ .

Образцы для исследования общего состава  $\text{NdBaCo}_{2-x}\text{Cu}_x\text{O}_{5+\delta}$  с  $0.0 \leq x \leq 2.0$  были получены раствором методом синтеза с использованием глицерина в качестве органического прекурсора. Заключительный отжиг проведен при 1273 К на воздухе в течение 120 часов с последующим медленным охлаждением образцов до комнатной температуры со скоростью 100°С/час.

По результатам РФА установлено, что недопированный кобальтит неодима  $\text{NdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ , медленно охлажденный с 1273 К до комнатной температуры на воздухе, был однофазным. По данным термогравиметрического исследования состав сложного оксида по кислороду соответствует  $\text{NdBaCo}_2\text{O}_{5.73}$ . Рентгенографические данные для  $\text{NdBaCo}_2\text{O}_{5.73}$  были описаны в тетрагональной ячейке  $a_p \times a_p \times 2a_p$  пр. гр.  $P4/mmm$ , с параметрами:  $a = b = 3.903 \text{ \AA}$ ,  $c = 7.614 \text{ \AA}$ . Частичное замещение кобальта в  $\text{NdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$  на медь приводит к образованию твердых растворов  $\text{NdBaCo}_{2-x}\text{Cu}_x\text{O}_{5+\delta}$  с  $0.0 \leq x \leq 1.0$ . Образцы с большим содержанием меди  $1.2 \leq x \leq 1.8$  помимо основной фазы – твердого раствора граничного состава  $\text{NdBaCoCuO}_{5+\delta}$ , содержали рефлексы, относящиеся к  $\text{Nd}_3\text{Ba}_3\text{Cu}_6\text{O}_{14-\delta}$ . Сложный оксид  $\text{Nd}_3\text{Ba}_3\text{Cu}_6\text{O}_{14-\delta}$  имеет слоистую структуру и кристаллизуется в тетрагональной ячейке с параметрами:  $a = b = 3.882 \text{ \AA}$ ,  $c = 11.629 \text{ \AA}$  (пр. гр.  $P4/mmm$ ).

Методом дифракции лазерного луча для твердых растворов  $\text{NdBaCo}_{2-x}\text{Cu}_x\text{O}_{5+\delta}$  ( $0.0 \leq x \leq 1.0$ ), получены кривые распределения частиц по размерам. Установлено, что при увеличении содержания меди в  $\text{NdBaCo}_{2-x}\text{Cu}_x\text{O}_{5+\delta}$  максимум на кривой распределения смещается от 7 до 20 мкм.

Дифрактограммы однофазных оксидов  $\text{NdBaCo}_{2-x}\text{Cu}_x\text{O}_{5+\delta}$  ( $0.0 \leq x \leq 1.0$ ), подобно крайнему члену ряда  $\text{NdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ , были проиндексированы в рамках тетрагональной ячейки  $a_p \times a_p \times 2a_p$  (пр. гр.  $P4/mmm$ ). Установлено, что замещение ионов кобальта ( $r_{\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{4+}} = 0.75 / 0.67 \text{ \AA}$ , к.ч. = 6) большими по размеру ионами меди ( $r_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{3+}} = 0.87 / 0.68 \text{ \AA}$ , к.ч. = 6), приводит к монотонному увеличению параметров и объема элементарных ячеек твердых растворов  $\text{NdBaCo}_{2-x}\text{Cu}_x\text{O}_{5+\delta}$ .

Методом термогравиметрического анализ для  $\text{NdBaCo}_{2-x}\text{Cu}_x\text{O}_{5+\delta}$  ( $x=0; 0.4; 0.6; 0.8$ ) получены зависимости относительной кислородной нестехиометрии от температуры в интервале 298–1273 К на воздухе.

Величина среднего коэффициента термического расширения ( $\alpha$ ) для  $\text{NdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ , определенная методом высокотемпературной дилатометрии, составила на воздухе в температурном интервале 298–1373 К –  $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 09-03-00620 и Министерства образования и науки РФ в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.*